



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

⑨7 EP 0 721 176 B 1

⑩ DE 696 04 839 T 2

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
G 09 F 9/37

- ②1 Deutsches Aktenzeichen: 696 04 839.6  
⑨6 Europäisches Aktenzeichen: 96 300 044.3  
⑨6 Europäischer Anmeldetag: 3. 1. 1996  
⑨7 Erstveröffentlichung durch das EPA: 10. 7. 1996  
⑨7 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 27. 10. 1999  
④7 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 20. 4. 2000

- ③0 Unionspriorität:  
368120 03. 01. 1995 US
- ⑦3 Patentinhaber:  
Xerox Corp., Rochester, N.Y., US
- ⑦4 Vertreter:  
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,  
80538 München
- ⑧4 Benannte Vertragsstaaten:  
DE, FR, GB

- ⑦2 Erfinder:  
Sheridon, Nicholas K., Los Altos, California 94022,  
US

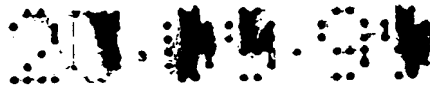
⑤4 Ein Anzeigemedium

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 696 04 839 T 2

DE 696 04 839 T 2



**96 300 044.3**

**XEROX CORPORATION**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Anzeigemedium und insbesondere ein "Drehkugel"-Medium zum Anzeigen eines Bildes.

Die Druckschriften US-A-4 126 854 und US-A-4 143 103 beschreiben ein Anzeigesystem, in welchem das Anzeigefeld Kugelsphären umfaßt, die eine optische und elektrische Anisotropie bezüglich jeder Halbkugeloberfläche aufweisen, da sie eine verschiedene Farbe und elektrische Ladung in Kontakt mit einer Flüssigkeit haben. Diese sphärischen Teilchen sind in ein festes Substrat eingebettet und ein geringer Zwischenraum zwischen der Kugel und dem Substrat ist mit einer Flüssigkeit ausgefüllt, so daß die Kugeln sich in einem ändernden elektrischen Feld drehen können, aber nicht von einem Platz zum anderen wandern können. Wenn eine Halbkugeloberfläche schwarz und die andere weiß ist, kann jedes Pixel durch das an dieser Position angelegte elektrische Feld ein- und ausgeschaltet werden. Jedes Pixel kann individuell angesprochen werden und es kann somit ein Bild einer kompletten Seite erzeugt werden.

In den meisten Fällen ist das feste Substrat, das in dieser Anzeige verwendet wird, ein Gel, typischerweise ein Siliziumgel. Der Zweck der Anwendung dieses Materials liegt in der bemerkenswert großen Volumenausdehnung, die Gele zeigen, wenn sie mit gewissen Flüssigkeiten getränkt werden, die wir als plastizierende Flüssigkeiten bezeichnen. 30%ige Ausdehnungen sind nicht ungewöhnlich, wenn Gele mit Siliziumölen getränkt werden. Die Zweifarbenkugeln dehnen sich nicht aus, wenn sie mit einem plastizierenden Öl in Kontakt kommen, so daß ein sphärischer Hohlraum in jeder Kugel entsteht, wenn das Gel in eine plastizierende Flüssigkeit eingetaucht wird. Dieser Raum füllt sich mit der plastizierenden Flüssigkeit.

Nachdem das Gel mit einem Plastifizierungsmittel getränkt ist, ist es weich und weist keine Dauerfestigkeit auf und muß zwischen Glas- oder Plastikschutzschichten eingebunden sein. Dieses Verfahren hat den Nachteil, daß eine große Zahl von Verfahrensschritten zur Herstellung notwendig ist, wodurch sich die Kosten erhöhen, und daß dem Endprodukt einige der optischen und fühlbaren Eigenschaften von Papier, das in einigen Ausführungsformen nachempfunden werden soll, fehlen. Es wird ersichtlich, daß weitere merkliche Vorteile hinzukommen, wenn Beschränkungen auf ebene Geometrien entfallen. Es wäre ein Produkt wünschenswert, das keine Anwendung von Schutzschichten benötigt.

In der Vergangenheit gab es einige Lösungsansätze für das Problem zur Isolierung von Drehkugeln für Anzeigen. Lee (L.L. Lee, "Matrix-Addressed Magnetic Particles Display", IEEE Trans. on Elect. Devices, Vol. ED-22, Nr. 9, Sept. 1975) erzeugte eine bienenwabenartige Struktur, in der die Kugeln in verschiedenen Abteilen untergebracht waren, die ein integraler Bestandteil des Substrats waren. So eine Struktur war an sich teuer in der Herstellung und beschränkte deutlich die verwendbare Kugelgröße. Weiter entwickelten Saitoh et al. (M. Saitoh, T. Mori, R. Ishikawa und H. Tamura, "A Newly Developed Electrical Twisting Ball Display", Proc. of the SID, Vol. 23/4, 1982) eine Isolier-technik, in der die einzelnen Kugeln mit einem Harz beschichtet und anschließend in einem Polyvinylalkoholsubstrat verstreut wurden. Nachdem das PVA ausgehärtet war, wurde es in ein Lösungsmittel getaucht, das auf das PVA nur eine geringe Wirkung hatte, aber das Harz um die Kugeln herum auflöste, wobei diese drehbar blieben. Dies ist wiederum ein teures Verfahren und schwierig im großen Maßstab durchzuführen. Der aktuell erfolgreichste Lösungsansatz war der von Sheridon, der in auf der oben hingewiesenen und in den letzten zwei Paragraphen beschriebenen US-Patentschrift 4 143 103 beschrieben wird.

Eine der Aufgaben der vorliegenden Erfindung ist die Bemühung, die Herstellung von sehr dünnen Blättern bzw. Schichten von Anzeigematerialien mit mehr papierartigen

Eigenschaften bereitzustellen als dies mit den Verfahren nach dem Stand der Technik möglich war.

Demgemäß stellt die vorliegende Erfindung ein Anzeigemedium und mehrere Verfahren, die in den angefügten Patentansprüchen definiert sind, bereit.

Die Zweifarbenkugeln sind einzeln in sphärischen Schalen eingeschlossen, wobei der Raum zwischen zwei Kugelsphären mit einer dielektrischen Flüssigkeit gefüllt ist. Die resultierende Kapsel kann in einer zweiten Flüssigkeit, wie etwa ein optisch klares Epoxy, die anschließend ausgehärtet wird, dispergiert sein. Wenn die ausgehärtete Flüssigkeit, die jetzt ein Festkörper ist, eine genügende Festigkeit aufweist, wird kein weiterer Schutz benötigt. Die resultierende Anzeige ist dann in der Form eines dünnen, papierähnlichen Blattes ohne die Massigkeit und optischen Probleme, die von schützenden Deckschichten gemäß dem Stand der Technik herrühren, verfügbar. Alternativ kann die resultierende Anzeige leicht auf einer nicht ebenen Oberfläche für eine noch größere Flexibilität in den Anwendungen geeignet aufgebracht werden.

Die vorliegende Erfindung wird im folgenden mittels Beispielen unter Bezug auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt einer Version einer Drehkugelanzeige gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht einer Zweifarbenkugel, die von einem plastizierenden Öl umgeben ist, gemäß dem Stand der Technik;

Fig. 3 mehrere in einem Substrat dispergierte Kapseln;

Fig. 4 einen Querschnitt einer Kapsel aus Fig. 3;

Fig. 5 eine Zweifarbenkugel vor dem Beschichten;

Fig. 6 eine Zweifarbenkugel nach dem Beschichten;

Fig. 7 eine in eine dielektrische Flüssigkeit eingetauchte Zweifarbenkugel;

Fig. 8 eine fertiggestellte Mikro kapsel; und

Fig. 9 ein Verfahren zur Einkapselung von Zweifarbenkugeln.

Fig. 1 ist ein Querschnitt einer Version einer Drehkugelanzeige gemäß dem Stand der Technik. Eine große Anzahl Zweifarbenkugeln 11 sind in einem unausgehärteten Elastomer gemischt, das anschließend in eine dünne Schicht 10 verteilt und ausgehärtet wird, um eine feste Elastomerschicht zu bilden. Anschließend wird dieses Elastomer in einem plastizierenden Öl getränkt, was das Elastomer zwar anschwellen läßt, aber im allgemeinen die Zweifarbenkugeln nicht beeinflusst. Die Folge davon ist, daß sich ein sphärischer Hohlraum 13 um jede Zweifarbenkugel öffnet und dieser Hohlraum sich anschließend mit der plastizierenden Flüssigkeit füllt. Schließlich wird das plastizierte Elastomer zwischen zwei schützenden, transparenten Blättern bzw. Schichten aus Plastik oder Glas 12, wobei eines oder beide eine transparente leitende Beschichtung haben können, angeordnet. Fig. 2 ist eine vergrößerte Ansicht der Zweifarbenkugel 15, die von einem plastizierenden Öl 14 innerhalb eines Hohlraums im Elastomer 16 umgeben ist.

Das Substratmaterial, das in der Drehkugelanzeige gemäß dem Stand der Technik verwendet wird, war zum Großteil auf die Klasse von elastomerischen Materialien beschränkt, weil diese Materialien, wenn sie plastiziert werden, ein Höchstmaß an Schwellung ausführen und somit Hohlräume mit geeigneter Größe bilden.

Diese Erfindung weist als Verbesserung die Anwendung einer separaten, einkapselnden Schale auf, um sowohl die Zweifarbenkugel als auch eine ausreichende Dicke an dielektrischem Öl 14 zu umschließen, um ein freies Rotieren der Zweifarbenkugeln zu ermöglichen. Diese Kapseln bilden dann spannungsempfindliche Elemente, die in ei-

nem Medium, in das ein elektrisches Feld eingeprägt werden kann, dispergiert werden können. Im allgemeinen ist dieses Medium ein Festkörper, wobei die Kugeln in diesem Festkörper verteilt werden, wenn dieser sich in einer flüssigen Phase befindet. Das Medium härtet anschließend durch chemische Reaktion, Kühlung etc. aus. Das Medium kann auch eine Flüssigkeit oder eine streichfähige Masse, die aus einer Flüssigkeit und festen Partikeln besteht, oder feste Partikel, deren Zweck die Immobilisierung der Kapseln sein könnte, sein. Tatsächlich könnte jedes Medium verwendet werden, um die Kapseln aufzunehmen, vorausgesetzt, daß diese die Schutzschale der Kapseln nicht verletzt oder unerwünschte Chemikalien über die Schale eindiffundieren läßt. Diese spannungsempfindlichen Elemente zeigen dann die Spannungsverhältnisse an ihren Positionen an. Diese können dann, wenn sie in Verbindung mit einer Adressiereinrichtung benutzt werden, eine Informationsanzeige bilden. Andere Anwendungen können die Sichtbarmachung oder Messung von lokalen elektrischen Feldern in Testsystemen mit einschließen.

Diese Erfindung gestattet es, daß das Substratmaterial aus einer großen Anzahl an dielektrischen Materialien hergestellt werden kann, die durch Aushärtung einer flüssigen Phase des Materials, in der die Zweifarbenkugeln in flüssigkeitsgefüllten Schalen zerstreut worden sind, erhalten werden. Im allgemeinen gestatten die Schalen chemische Isolierung des aushärtbaren Materials von der eingekapselten Flüssigkeit und liefern damit eine große Freiheit in der Auswahl des Substratmaterials.

Der Prozeß des Einschließens der Zweifarbenkugeln und der Ölschicht in individuellen Kapseln ist eine Form einer Mikroverkapselung. Es gibt zahlreichen wissenschaftliche Schriften und Patentschriften über Mikroverkapselung. Diese wird allgemein diskutiert im "Microcapsule Processing and Technology" von Asaji Kondo, 1979, Marcel Dekker, Inc. Zwei besondere Verfahren, die besonders für diese Anwendung geeignet sind, werden nun diskutiert. Eine einzelne Kapsel ist in Fig. 4 dargestellt und mehrere solcher Kapseln, die in einem Substrat zerstreut sind, sind in Fig. 3 gezeigt.

Eine in Fig. 5 gezeigte Zweifarbenkugel 15 ist gleichförmig beschichtet, um dann eine in Fig. 6 gezeigte beschichtete Kugel zu bilden. Die Beschichtung kann aus Parylene (ein Produkt der Union Carbide Corp.) entstehen und in einer Vakuumkammer stattfinden. Sie kann ein Polymer sein, das in einem Lösungsmittel gelöst ist und auf der Kugel durch eine Temperaturänderung, eine Änderung im pH-Wert, etc. abgeschieden wird. Ein solcher Prozeß wird von Wei-Hsin Hou in "Polymer-Encapsulated particles with Controlled Morphologies-Preparation, Characterization and Application", Dissertation, Lehigh Universität, 1991, UMI Dissertation Service, University Microfilms International, Ann Arbor, Mich, diskutiert. Sie kann eine aushärtbare Flüssigkeit sein, wie etwa ein Epoxid, und als feuchter Niederschlag, oder in einem Tauchverfahren, wie etwa durch Wirbelsinterung, abgeschieden werden. Sie kann ein Polymer sein und durch ein elektrostatisches Farbaufbringungsverfahren abgeschieden werden.

Nachdem die Beschichtung aufgebracht ist, werden die Zweifarbenkugeln, wie es in Fig. 7 gezeigt ist, in eine dielektrische Flüssigkeit 14 eingetaucht, die eine chemische Affinität zur Beschichtung besitzt und diese plastiziert, wodurch diese anschwillt. Dieser Vorgang treibt auch die Flüssigkeit in den Raum zwischen der Kugel und der Schale und füllt diesen zumindest teilweise auf. Anschließendes Einbringen der auf diese Weise gebildeten Mikrokapseln in eine zweite Flüssigkeit, die schneller als die erste Flüssigkeit durch die Schale diffundiert, führt tendentiell dazu, daß der Raum innerhalb der Schale noch mehr gefüllt wird. Das fertiggestellte Produkt ist in Fig. 8 gezeigt und ist damit bereit, im aushärtbaren Substrat vermischt zu werden.

Ein zweiter in Kondo's Arbeit diskutierter Lösungsansatz stützt sich auf die wohlbekannte Tatsache, daß wenn Tropfen von gewissen Flüssigkeiten in andere Flüssigkeiten eingebracht werden, sich schnell eine Grenzflächenschicht zwischen den zwei Flüssigkeiten ausbildet. Ein Teilprozeß davon wird als Grenzflächenpolymerisation bezeichnet und wird zur Herstellung gewisser Polymere benutzt. Ein Verfahren zur Anwendung dieses Phänomens für die Einkapselung von Zweifarbenkugeln mit einer dielektrischen Flüssigkeitsschicht ist in Fig. 9 gezeigt. Auf der linken Seite des Apparats

werden die Kugeln 15 mit der Flüssigkeit 31 in der Röhre 30 gemischt. Diese treten von der Öffnung 32 unter solchen Bedingungen aus, daß jede Kugel einzeln austritt und mit der dielektrischen Flüssigkeit in einer vorbestimmten Dicke beschichtet wird. Wenn diese in den Behälter 33 fallen, erzeugt die chemische Reaktion zwischen der dielektrischen Flüssigkeit und der schichtbildenden Flüssigkeit einen zähen Film und kapselt die Kugel einschließlich der dielektrischen Flüssigkeit vollständig ein. Die Kugeln werden vom Behälter entfernt und für die weitere Anwendung getrocknet.

Die durch dieses Verfahren gebildeten Mikro kapseln brauchen lediglich stabil genug zu sein, um das Mischen mit dem aushärtbaren transparenten Material, das zur Bildung des Blattes elektrischen Papiers verwendet wird, auszuhalten. Solche transparente Materialien schließen Epoxide und Polymere mit einem Endzustand als Festkörper, Gele und Elastomere ein. In anderen Fällen, wie etwa wenn die Mikro kapseln zur Bestimmung elektrischer Felder verwendet werden, können widerstandsfähigere Strukturen nötig sein.

Eine besonders zweckmäßige Anwendung dieser Technologie ist es, die die Zweifarbenkugeln enthaltenden Kapseln mit einem transparenten, aushärtbaren Material, wie etwa einem Lack, zu mischen und die resultierende Dispersion auf eine Oberfläche, die gekrümmt sein kann, aufzutragen. Auf diese Weise erhält man nicht nur Anzeigeflächen, die mit Objekten beliebiger Gestalt übereinstimmen, sondern auch Dekorationsartikel oder getarnte Artikel. Einfaches Anwenden elektrischer Felder bewirkt, daß solche Oberflächen unaufwendig ihre Farbe ändern. Zu geeigneten Oberflächen zählen diejenigen von strukturellen Elementen und Stoffen, insbesondere von Kleidungsartikeln. Zusätzlich zur Dispergierung im Flüssigkeitsvolumen, das anschließend aushärtet, können die Mikro kapseln auch an Klebemitteln haften, die auf Oberflächen aufgebracht werden und typischerweise Monoschichten bilden. Somit könnte beispielsweise ein Kleidungsstück mit einem Klebemittel beschichtet werden und anschließen könnten Mikro kapseln an das Klebemittel angehaftet werden. Danach könnte die Farbe des Kleidungsstücks durch Anlegen von elektrischen Feldern geändert werden. In gleicher



23.09.99

Weise könnte die Oberfläche eines Objekts, das versteckt werden soll, mit einer Monoschicht aus Mikrokapseln beschichtet werden und eine örtlich variierende Spannung könnte an diese Mikrokapseln angelegt werden, um das Farbmuster der Oberfläche dieses Objekts zu steuern.

Diese Erfindung ist damit höchst vorteilhaft gegenüber den Verfahren gemäß dem Stand der Technik zum Bereitstellen von Isolationshohlräumen zur Drehung von Zweifarbenkugeln, die in Drehkugelanzeigen verwendet werden. Sie ist eine an sich kostengünstige Technik, die eine große Auswahl an Substratmaterialien zuläßt und die auf eine große Vielfalt an ebenen und nicht ebenen Oberflächen angewendet werden kann. Sie gestattet die Herstellung sehr dünner Blätter bzw. Schichten von Anzeigematerialien, die mehr papierartige Eigenschaften haben als es mit den Verfahren gemäß dem Stand der Technik möglich war.

## Patentansprüche

1. Anzeigemedium mit:

mehreren Zweifarbenkugeln (15), wobei jede zwei Halbkugeloberflächen hat und eine Oberfläche sich von der anderen Oberfläche sowohl in Farbe als auch elektrischen Eigenschaften unterscheidet,

einer Flüssigkeitsschicht (14), die jeden Ball (15) umgibt,

einer Hülle (20) einer ersten Verbindung, die die Flüssigkeitsschicht (14) umgibt, um eine Mikrokapsel zu bilden, und

einem Substrat einer zweiten Verbindung (10), die in Kontakt mit den Mikrokapseln ist.

2. Anzeigemedium gemäß Anspruch 1, wobei das Substrat entweder ein Festkörper oder eine Flüssigkeit ist.

3. Verfahren zur Messung der Verteilung eines elektrischen Feldes einer Struktur mittels Verteilung des in Anspruch 1 oder Anspruch 2 beanspruchten Mediums innerhalb des Feldes und selektives Drehen der Kugeln durch das elektrische Feld, um ein Abbild des Feldes zu bilden.

4. Verfahren gemäß Anspruch 3, wobei das Substrat an einer ebenen Oberfläche haftet oder an einer nicht ebenen Oberfläche haftet, wobei das Substrat als eine Farbe aufgebracht wird.

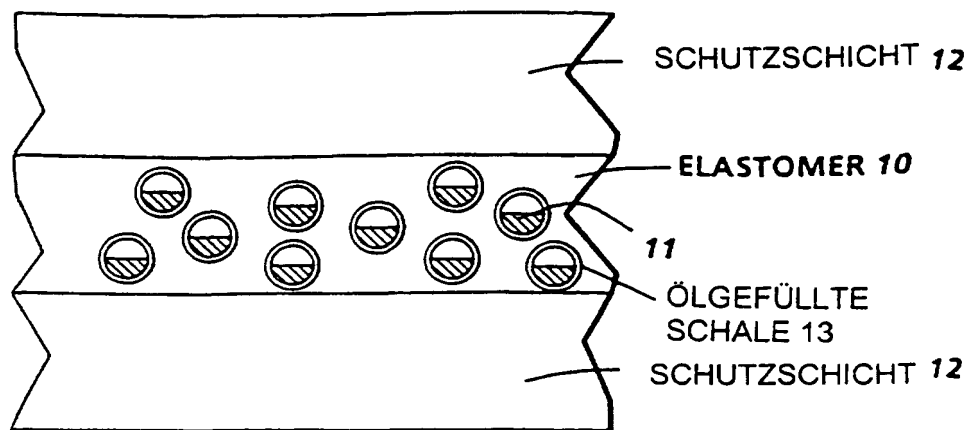
5. Anzeigemedium gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die zweite Verbindung als eine Haftmittelschicht ausgebildet ist, die die Mikrokapsel mit einer Oberfläche verbindet.
6. Anzeigemedium gemäß Anspruch 5, wobei die Haftmittelschicht aushärtbar oder wobei die Haftmittelschicht eine Flüssigkeit ist.
7. Anzeigemedium gemäß Anspruch 5 oder 6, wobei die Mikrokapseln als eine Monoschicht mit der freien Oberfläche der Haftmittelschicht verbunden ist.
8. Anzeigemedium gemäß Anspruch 7, wobei die Oberfläche ein Stoff ist.
9. Verfahren zur Erzeugung von Mikrokapseln mit den Schritten:

Erzeugen mehrerer Zweifarbenkugeln (15), wobei jede zwei Halbkugeloberflächen aufweist und wobei eine Oberfläche sich von der anderen sowohl in Farbe als auch in den elektrischen Eigenschaften unterscheidet,

Beschichten jeder Zweifarbenkugel mit einer Schicht einer ersten Verbindung, um eine Anzahl von separaten beschichteten Kugeln zu bilden, und

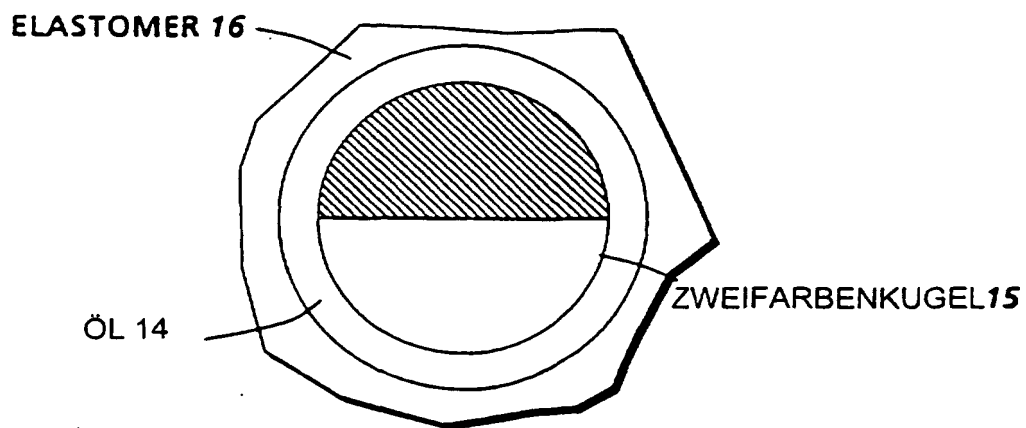
Einbringen der separaten beschichteten Zweifarbenkugeln in eine Flüssigkeit, um zu bewirken, daß die Beschichtung aufquillt, und um einen Teil der Flüssigkeit zwischen die aufgequellte Beschichtung und die Zweifarbenkugel zu transportieren, um einen flüssigkeitsgefüllten Raum zu schaffen.

10. Verfahren gemäß Anspruch 9, das weiterhin nach dem Schritt des Einbringens, einen Schritt des Einbringens der Kugeln in eine zweite Flüssigkeit umfaßt, und weiteres Aufquellen und weiteren Transport von Flüssigkeit in den Raum zu bewirken.



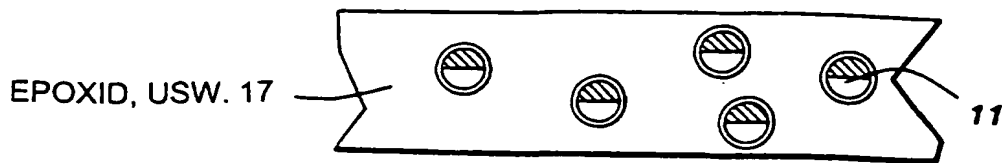
STAND DER TECHNIK

**FIG. 1**

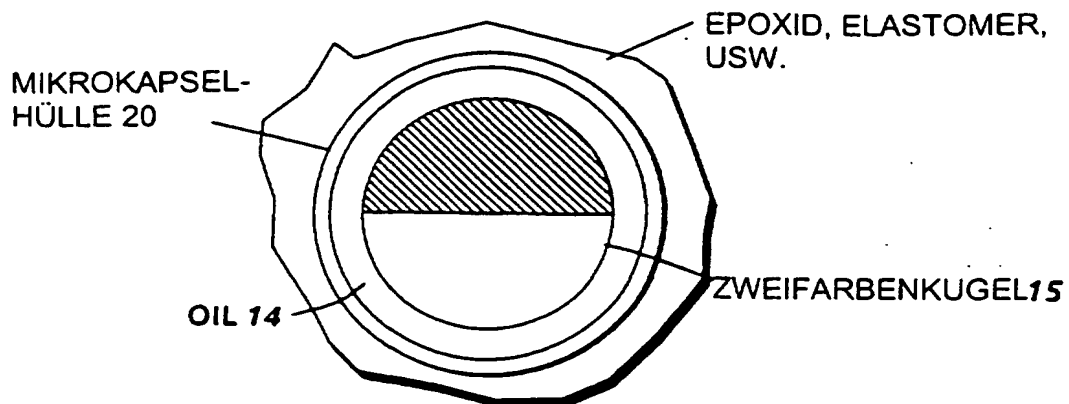


STAND DER TECHNIK

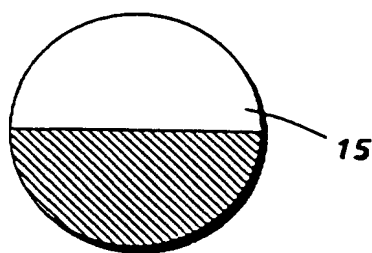
**FIG. 2**



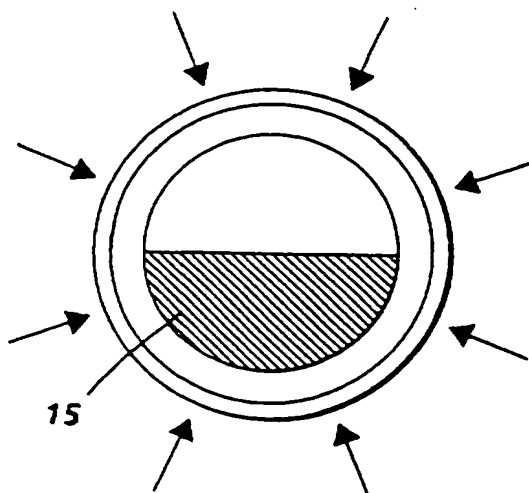
**FIG. 3**



**FIG. 4**



**FIG. 5**



**FIG. 6**

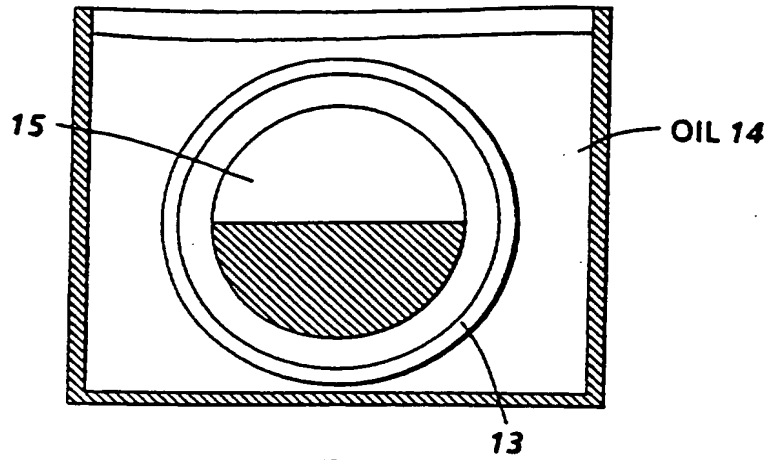


FIG. 7

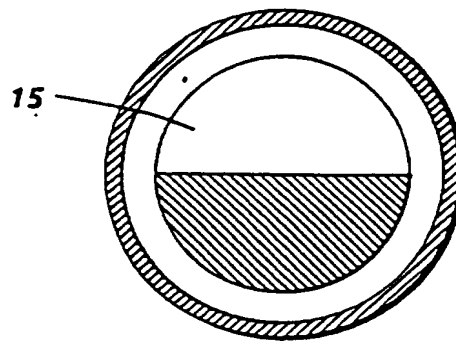


FIG. 8

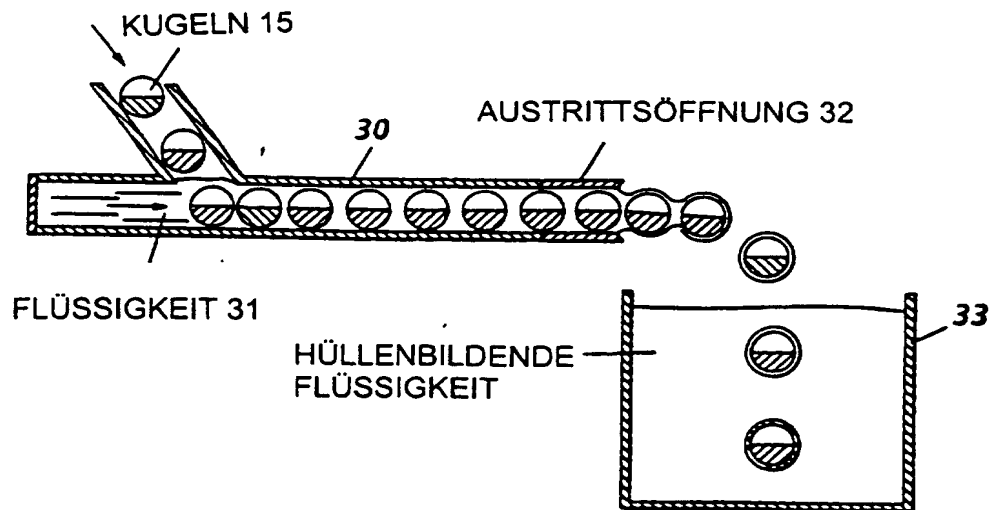


FIG. 9

Docket # 2TP01018005  
 Applic. # 10/683,729  
 Applicant: Hager et al.